

(2)

## OPERATION-STATE DIAGNOSTIC DEVICE FOR VERTICAL TYPE MILL

**Patent number:** JP63141654 (A)

**Publication date:** 1988-06-14

**Inventor(s):** MEGURI NOBUYASU; SHOJI KAZUNORI; KAKO HIROYUKI

**Applicant(s):** BABCOCK HITACHI KK

**Classification:**


- international: **B02C15/04; B02C25/00; B02C15/00; B02C25/00;** (IPC1-7): B02C15/04; B02C25/00


- european:

**Application number:** JP19860289307 19861204

**Priority number(s):** JP19860289307 19861204

**Also published as:**

 JP8000206 (B)

 JP2092372 (C)

Abstract not available for JP 63141654 (A)

---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

Cited Document 2 (JP-A-63-141654)

Translation of relevant parts

The present invention concerns an apparatus that detects an operation state of a vertical mill having a coal classifier and a crusher and diagnoses whether it is normal or not, characterized by comprising: detectors for a feed rate of coal, an amount of air, a mill rotation speed, a crusher's pressure force, a mill outlet pressure, a mill outlet air temperature, a mill differential pressure and a mill power; a computer installed with a computation program for determining a proper mill differential pressure and mill power from a coal type, a feed rate of coal, an amount of air, a mill rotation speed, a crusher's pressure force, a mill structure and a classifier structure; and a computer installed with a program for diagnosing an operation state of the mill from a suitable value in at least one of a mill differential pressure and a mill power that are determined from the former computer and an actually measured value in at least one of a mill differential pressure and a mill power that are from the detectors.

Fig. 3 is a system diagram of an operation-state diagnostic apparatus for a vertical mill according to another embodiment of the invention.

31. rotation speed detector, 32. pressure force detector,  
33. coal feed-rate detector, 34. air amount detector, 35. mill  
outlet pressure detector, 36. mill outlet temperature detector,  
37. mill differential-pressure detector, 38. mill power  
detector, 39. computer, 40. computer, 41. CRT, 42. operation  
console.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-141654

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月14日

B 02 C 15/04  
25/00

2111-4D  
B-6703-4D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 堅型ミルの運転状態診断装置

⑯ 特 願 昭61-289307

⑰ 出 願 昭61(1986)12月4日

⑱ 発 明 者 廻 信 康 広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立株式会社呉研究所内

⑲ 発 明 者 正 路 一 紀 広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立株式会社呉研究所内

⑳ 発 明 者 加 来 宏 行 広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立株式会社呉研究所内

㉑ 出 願 人 バブコック日立株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号

㉒ 代 理 人 弁理士 川北 武長

明 細 書

1. 発明の名称

堅型ミルの運転状態診断装置

2. 特許請求の範囲

(1) 石炭の分級部と粉砕部を有する堅型ミルの運転状態を検出し、それが正常かどうかを診断する装置において、給炭量、空気量、ミル回転数、粉砕部加圧力、ミル出口圧力、ミル出口空気温度、ミル差圧およびミル動力の各検出器と、炭種、給炭量、空気量、ミル回転数、粉砕部加圧力、ミル構造および分級器構造より適正なミル差圧とミル動力とを求める計算プログラムを組み込んだ計算機と、この計算機から求めたミル差圧とミル動力の少なくとも一方の適正値と検出器からのミル差圧とミル動力の少なくとも一方の実測値とからミルの運転状態を診断するプログラムを組み込んだ計算機を有することを特徴とする堅型ミルの運転状態診断装置。

(2) 特許請求の範囲第1項において、粉砕部出口のスロート上部に粒子抜き出し管を設け、この抜

出し管よりサンプリングした粒子の粒度測定装置を備え、この測定装置から得られた粉砕部出口の粒度の実測値と計算機より求めた粉砕部出口粒子の粒度の適正値とからミルの運転状態を診断するプログラムを組み込んだ計算機を有することを特徴とする堅型ミルの運転状態診断装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は堅型ミルの運転状態診断装置に係り、特に粉砕部の寿命を診断するのに好適な堅型ミルの運転状態診断装置に関するものである。

(従来の技術)

第4図は従来の堅型ミルを有する微粉炭焚ボイラの装置系統図である。この装置は、燃焼用空気Aを供給する押込通風機1と、この空気Aを予熱する空気予熱器2と、予熱された一次空気A<sub>1</sub>を加圧して送出する一次空気用押込通風機3と、堅型ミル4と、該堅型ミルに石炭を投入するためのパンカ5および給炭機6と、ボイラ7およびボイラ7に備えられたバーナ7aとから構成される。

このような構成において堅型ミル4内で粉碎された石炭は一次空気A<sub>1</sub>とともにバーナ7aに供給され、空気予熱器2から送られる二次空気A<sub>2</sub>と一緒にボイラ7内で燃焼される。

第5図はこの種の微粉炭焚ボイラに用いられる堅型ミルの概略図である。この堅型ミルは、ハウジング8の下部に設けられた一次空気入口孔9と、前述の給炭機6(第4図)に連結される給炭管10と、該給炭管10の開口部の下方に配置された粉碎テーブル11と、該粉碎テーブル11に固定された粉碎リング13と、粉碎リング13上に支持された複数のローラ14と、該ローラ14へ荷重をかける加圧フレーム15と、その加圧力をスプリングフレーム17およびスプリング16を介して調整する加圧シリンダ18と、多数の空気の噴出孔を有するスロートリング19と、粉碎された石炭を分級する分級器20と、ミル上部ハウジング60の下部に、空気に旋回流を与えるように複数枚配置されたベーン21とから主として構成される。ベーン21と堅型ミルの中心とのなす

角度(すなわちベーン21の角度) $\theta$ は自由に調節できるようになっている。なお、12は粉碎テーブル11を回転させるギヤが納入されたギヤボックス19aはスロート上部、22は分級器20の下端のフラップ、23はベーン21の内側に設けられた内筒、24は粉碎された石炭微粒子を前述バーナ7a(第4図)に供給する送炭管、61はミルモータである。

このような堅型ミルにおいては、粉碎テーブル11はギヤと連動して20~40rpmで回転する。またローラ14は車軸により固定され、粉碎テーブル11と一体となった粉碎リング13と接触しており、粉碎テーブル11が回転すると同時にローラ14も回転する。給炭管10から粉碎テーブル11に供給された石炭(粒径5~20mm程度)は遠心力によって粉碎リング13とローラ14との隙間を通過し、その際粉碎される。堅型ミル内の粉碎の詳細を第6図に示すが、300℃前後に加熱された一次空気A<sub>1</sub>は底部の一次空気入口孔9から導入され、多数の空気噴出孔を有する

スロートリング19を経てスロート上部19aへ供給され、ローラ14で粉碎された石炭粒子を矢印Cで示すように上方へ搬送する。上方へ搬送された石炭粒子のうち粗粒子LPは空気流速の低下に伴い矢印Dで示すように気流から分離し、再び粉碎テーブル11上へ戻される。また、粗粒子LPよりも粒径が小さい粒子は矢印Eで示すように一次空気とともにハウジング8に沿って上昇し(一次分級)ベーン21を介して分級器20内部に流入する。分級器20の内部には粉碎された粒子を伴う空気の旋回流が生じ、細粒子SPは自己の重量に応じた遠心力を受け、分級器20の内壁を旋回しながら下降し、フラップ22を経て粉碎テーブル11上へ落下し、再粉碎される。一方、小さな遠心力しか受けない微粒子FPは分級器20の内壁まで到達せずに一次空気A<sub>1</sub>とともに内筒23と給炭管10との間の管状空間を上昇して系外へ排出され、前述ボイラ7のバーナ7a(第4図)に輸送される(二次分級)。このように一次分級および二次分級の結果、堅型ミルの出口にお

ける石炭の粒度は200メッシュパス(74 $\mu$ m以下)70~85%程度となる。

微粉炭焚ボイラでは、通常5台前後のミルが配備されており、ミルの最低負荷は一般に40~50%程度であるが、通常ミルの余裕度等を考慮して60~90%の負荷で運用している。一方、微粉炭焚ボイラの最低負荷は40%程度であるので、ボイラの負荷変化に応じてミルの運転は3~5台の切替え操作を行なっている。またローラの摩耗等により粉碎部の交換を行なっており、交換時期は、第5図に示すミルモータ動力Mp、第6図に示すミル差圧 $\Delta P_m$ の値を目安にして、運転経験に基づいて判断されている。

しかしこのような従来技術では、ローラ等粉碎部の摩耗によるミル粉碎能力の変化を検知するシステムについて配慮がされておらず、運転経験に基づいて各操作因子の制限値を設定し、ミルの運転管理を行なっていた。また公害規制およびボイラの安定燃焼等の制約に加え、使用炭種が多様化してきている状況下でミルの経時変化を考慮して、

高効率運用を行なうためには、運転員に過大な判断を要求し、ミルの運転管理に多大な労力を必要とするばかりでなく、操作ミスが発生する懸念がある。なおボイラの負荷変化に伴うミルの負荷変化への対応の遅れあるいは起動・停止操作等の遅れによりプラント効率の低下を招くなどの不具合を生じることもある。

そこで、最近ではミルの異常を予知し、予防保全を可能にするための試みがされるようになった。このような方法に関するものとして特開昭60-259820号公報が挙げられる。この発明は、ミルの運転時間から粉砕部の摩耗量を推定し、この推定摩耗量からミルの予想電力を求め、予想電力と実測電力の差からミルの異常を検知しようとするものである。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら前記特開昭60-259820号公報に掲げられた発明では、単一炭種を使用するミルについては摩耗量の推定がある程度可能と思われるが、10~20の多炭種を使用する近年の

ミルに対してはその推定が困難となり、精度は信頼性に欠けるものとなる。

本発明の目的は、上記従来技術の欠点をなくし、ミルの寿命予測、異常の予知および予防保全を可能とするミルの運転状態診断装置を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

上記目的を達成するため、本発明は、ミルのリング径、ローラ径、粉砕部への加圧力、ミルの回転数、炭種(特に粉砕性指数: ハードグロブインデックス(HGI))、給炭量および空気量よりミル差圧とミル動力の適正値を求め、この適正値と実測値との差からミルの運転状態を診断しようとするものである。

すなわち本発明は、石炭の分級部と粉砕部を有する竖型ミルの運転状態を検出し、それが正常かどうかを診断する装置において、給炭量、空気量、ミル回転数、粉砕部加圧力、ミル出口圧力、ミル出口空気温度、ミル差圧およびミル動力の各検出器と、炭種、給炭量、空気量、ミル回転数、粉砕

部加圧力、ミル構造および分級器構造より適正なミル差圧とミル動力とを求める計算プログラムを組み込んだ計算機と、この計算機から求めたミル差圧とミル動力の少なくとも一方の適正値と検出器からのミル差圧とミル動力の少なくとも一方の実測値とからミルの運転状態を診断するプログラムを組み込んだ計算機を有することを特徴とする。

本発明において、粉砕部出口スロート上部に、粒子抜き出し管を設け、この抜き出し管よりサンプリングした粒子の粒度測定装置を備え、この測定装置から得られた粉砕部出口の粒度の実測値と、計算機より求めた粉砕部出口粒度の適正値とからミルの運転状態を診断するプログラムを組み込んだ計算機を用いることも可能である。

なお、石炭の粉砕性が変化すると、同一の給炭量で同一の運転条件でもミル差圧 $\Delta P_m$ およびミル動力 $M_p$ は変化する。例えば原炭のHGIが低下した場合(粉砕性が悪くなった場合)、粉砕部出口の石炭粒度が粗くなり、粉砕部出口の石炭流量が増大するので、ミル差圧 $\Delta P_m$ およびミル動力 $M_p$ は増大する。したがってローラ等が摩耗して粉砕能力が低下した場合と同様の現象が発生するので、判断を誤らないために原炭を定期的にサンプリングし、HGI測定により原炭の粉砕性を常にチェックすることが重要である。

力 $M_p$ は増大する。したがってローラ等が摩耗して粉砕能力が低下した場合と同様の現象が発生するので、判断を誤らないために原炭を定期的にサンプリングし、HGI測定により原炭の粉砕性を常にチェックすることが重要である。

(作用)

あるミルの運転に際し、ミル機種による条件(リング径、ローラ径)と各検出器により検出した粉砕条件(回転数、加圧力)および運転条件(炭種、給炭量、空気量)をもとに計算機によりミルの正常状態におけるミル内各部の粒度および石炭流量を計算し、これらの値よりミル差圧とミル動力の適正値を求めるとともに、別途検出器によりミル差圧とミル動力を実測する。一方、ミル動力およびミル差圧は、ローラ等の摩耗により変化する。別々の計算機によって適正値と実測値との偏差を求めることにより、ローラの摩耗状態を診断することが可能となる。

(実施例)

次に本発明を実施例によりさらに詳細に説明す

る。

第1図は本発明の一実施例である整型ミルの運転状態診断装置の系統図である。この装置は、ミルの回転数検出器31、ローラへの加圧力検出器32、給炭量検出器33、空気量検出器34、ミル出口の圧力検出器35、ミル出口の温度検出器36、ミル差圧検出器37およびミルの動力検出器38の各検出器と、ミルの機種（リング径、ローラ径）、粉碎条件（回転数、加圧力）および運転条件（炭種、給炭量、空気量等）よりミルの正常状態におけるミル内各部の石炭の粒度および流量、ならびにミル差圧およびミル動力の適正値が求められるシミュレーションプログラムを組み込んだ計算機39と、検出器37および38からのミル差圧、ミル動力の実測値の信号と計算機39からのミル差圧、ミル動力の適正値の信号を入力してミル差圧およびミル動力の少なくとも一方の偏差よりローラの摩耗状態を診断し、ローラの寿命予測等を行なうプログラムを組み込んだ計算機40と、ローラの摩耗状態および寿命予測結果を

表示するCRT（Cathode Ray Tube）41と、計算機40において適正値と実測値との比較結果から異常がある場合に、警報の発生、ミルの停止、他ミルの起動あるいは負荷配分等の処置を行なう制御操作器42とから構成される。

シミュレーションプログラムの内容は次のようになっている。第2図は、第6図で説明したミル内の石炭および空気の流れをモデル化した説明図である。各部の石炭流量を $G$ 、 $F$ 、 $F'$ 、 $F''$ 、 $T'$ 、 $F$ 、 $T$ および $Q$ とし、各部における粒度区間 $i$ 粒子の重量割合を $g_i$ 、 $f_i$ 、 $f'_i$ 、 $w_i$ 、 $t'_i$ 、 $p_i$ 、 $t_i$ および $q_i$ とする。また粒度区間 $i$ 粒子の粉碎速度を $A_i$ 、粉碎分布パラメータで粒度区間 $j$ の粒子が砕けて粒度区間 $i$ に落ちる重量割合を $b_{ij}$ とする。さらに一次分級性能を $\alpha$ 、二次分級性能を $\beta$ とする。定常状態では給炭量 $G$ とミル出口石炭量 $Q$ は等しい。粉碎分布パラメータ $b_{ij}$ は炭種によって決まり、粒度区間 $i$ 粒子の粉碎速度 $A_i$ は炭種、粉碎部の構造、加圧

力および回転数によって決まり、 $i$ 粒子の一次分級性能 $\alpha$ はミルの構造と空気量によって決まり、 $i$ 粒子の二次分級性能 $\beta$ は分級器の構造とベーン角度と空気量によって決まる。 $i$ 粒子に着目してミル内各部の物質収支をとり、各物質収支を $i=1$ から $i=n$ まで積算すると各部の石炭流量と粒度分布が求まる。ミル差圧 $\Delta P_m$ はスロートリングの差圧 $\Delta P_1$ とスロート上部の炭層差圧 $\Delta P_2$ とから構成されており（第6図）、スロートリングの差圧 $\Delta P_1$ はスロートリングを通過する空気流速すなわち空気量によって決まり、スロート上部の炭層差圧 $\Delta P_2$ は空気量、粉碎部出口の石炭流量 $F'$ 、粉碎部出口の石炭粒度 $W_i$ によって決まる。またミル動力 $M_p$ （第5図）はミル構造、炭種、粉碎部出口の石炭流量 $F'$ 、粉碎部出口の石炭粒度 $W_i$ 、加圧力および回転数によって決まるので、ミル差圧およびミル動力も計算で求められる。いまここで取上げたプログラムは、ローラ等の摩耗がない正常時のシミュレーションである。したがってミル差圧、ミル動力の計算値は正常時

の適正値である。ローラ等が摩耗してミルの粉碎能力が低下すると粉碎部出口の石炭粒度 $W_i$ が粗くなり、一次分級部および二次分級部より粉碎部へ戻される石炭流量 $T'$ および $T$ は、正常時に比べて増大するので、粉碎部出口の石炭流量 $F'$ も増大し、炭層差圧 $\Delta P_2$ は正常時に比べて増加する。したがってミル差圧 $\Delta P_m$ も、ローラが摩耗すると正常時より増加することになる。またミル動力 $M_p$ も同様に粉碎部出口の粒度 $W_i$ が粗くなり、粉碎部出口の石炭流量 $F'$ が増大することにより正常時よりも増加する。

以上述べたように検出器31～36よりの検出値とミル構造（リング径、ローラ径等）、分級器構造、炭種とからシミュレーションによりミル差圧またはミル動力の適正値を求め、これと検出器37または検出器38よりの実測値との偏差からローラ等の摩耗状態が診断でき、この診断結果からローラの寿命予測が行なえる。また異常時には制御操作器42により警報の発生および他ミルへの切替え操作等を円滑に行なうことができる。

ボイラ用の燃料としての石炭は、その使用炭種が拡大してきており、ミル差圧およびミル動力は炭種によってすべて異なり、各々の石炭の材料に対する摩耗特性も千差万別である。したがってローラ等の寿命予測は従来の運転経験に基づく方法では困難になってきており、操作ミスが発生する可能性がある。上記実施例によればミル差圧およびミル動力の適正值と実測値との偏差を正確にとらえ、ローラ等の摩耗状態を的確に判断できるので、操作ミスが発生することはなくなる。

第3図は本発明の他の実施例の運転状態診断装置の系統図である。図において第1図に示す部分と同一部分には同一符号を付して説明を省略する。粉砕部出口のスロート上部19aより抜出し管45を経て定期的にサンプリングした粒子を粒度測定装置43により測定し、該粒度測定装置43からの粉砕部出口粒子の粒度測定値の信号と計算機39からの粉砕部出口粒子の粒度の適正值の信号がローラの寿命予測等を行なうプログラムを組み込んだ計算機44に入力され、その偏差よりロー

ラの摩耗状態が診断される。

前述したようにローラが摩耗してミルの粉砕能力が低下すると粉砕部出口の石炭粒度 $W_i$ は、計算機39で得られる正常時の粒度に比べて粗くなるので、計算機44においてこの偏差よりローラの摩耗状態を診断でき、ローラの寿命予測を行なうことができる。また異常時には第1図に示した実施例と同様に制御操作器42により警報の発生および他ミルへの切替え操作等を円滑に行なうことができる。

#### (発明の効果)

本発明は以上のような構成、作用により以下に述べる効果が得られる。

- (1) 従来、人間が運転経験に基づいて行なっていたローラ等の寿命の診断を的確に行なうことができる堅型ミルの運転状態診断装置が提供される。
- (2) ローラの摩耗による粉砕能力の低下等、運転状態の診断を計算機により行なうので、運転の広範囲自動化により運転の省力化を図ることができる。

(3) 運転状態の診断とローラの寿命予測とからミル異常の予知と予防保全が可能となり、ミルの運転に対する安全性および信頼性が向上する。

(4) ミルの異常予知によりミルの停止、他ミルの起動または運転中の他ミルへの負荷配分を円滑に行なうことができるので、微粉炭焚ボイラの負荷変化に伴い、ミルの負荷を効率的に対応させることができ、石炭火力発電プラントの効率を向上させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例に係る堅型ミルの運転状態診断装置の系統図、第2図は、本発明の根拠となるシミュレーションモデルの構成要素を示す説明図、第3図は、本発明の他の実施例に係る堅型ミルの運転状態診断装置の系統図、第4図は、微粉炭焚ボイラシステムの系統図、第5図は、微粉炭焚ボイラに用いられる堅型ミルの概略図、第6図は、第5図に示した堅型ミルの一部詳細図である。

31…回転数検出器、32…加圧力検出器、3

3…給炭量検出器、34…空気量検出器、35…ミル出口圧力検出器、36…ミル出口温度検出器、37…ミル差圧検出器、38…ミル動力検出器、39…計算機、40…計算機、41…CRT、42…制御操作機。

代理人 弁理士 川 北 武 長



